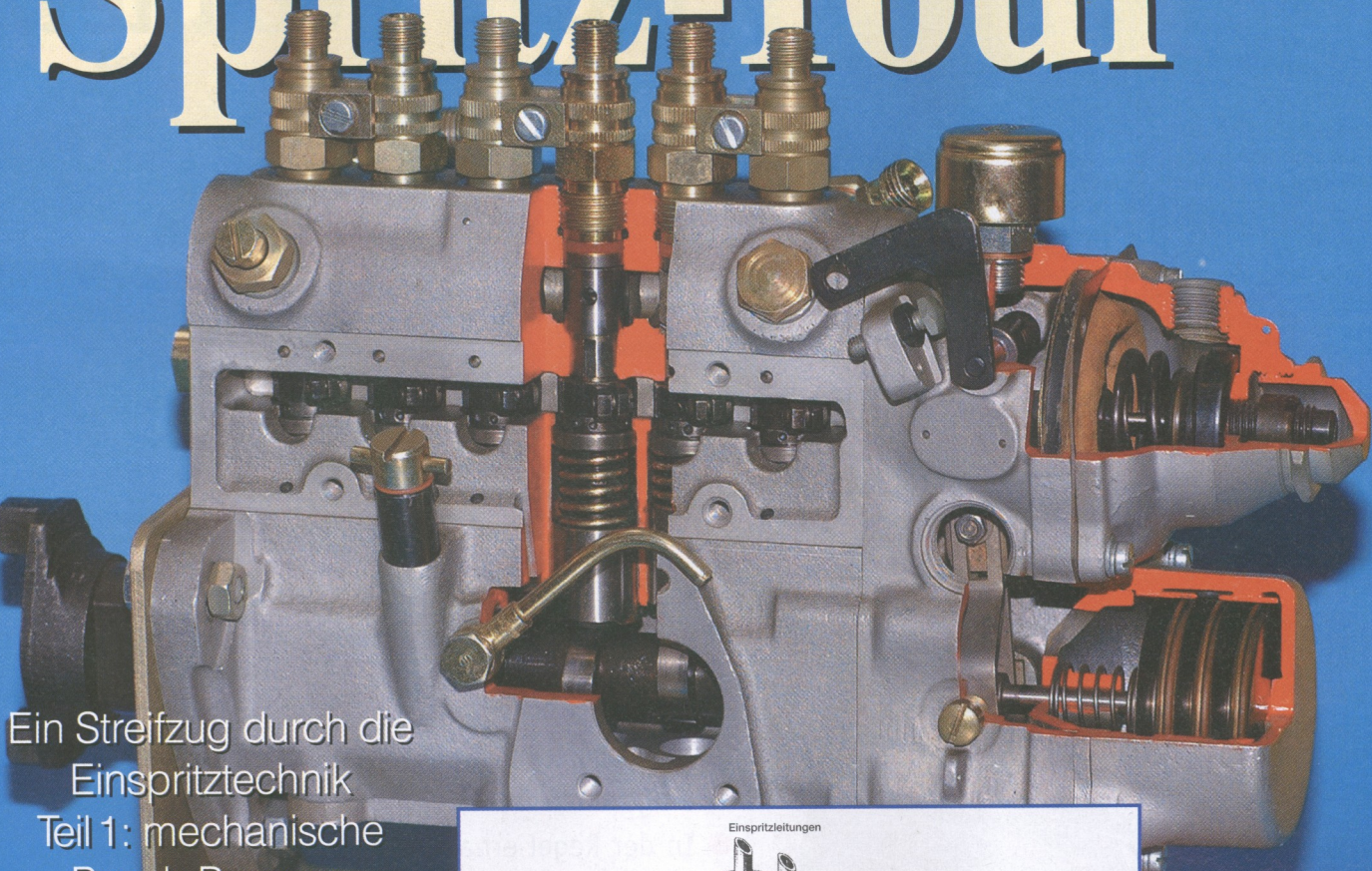


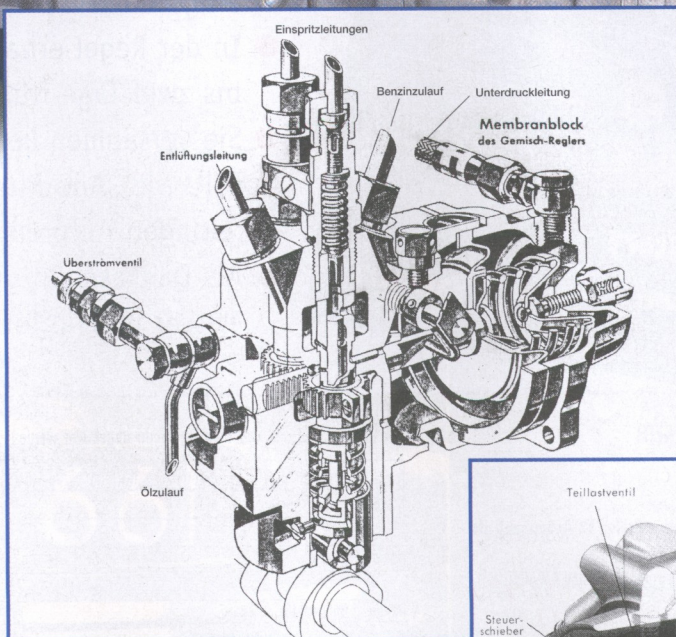
Spritz-Tour



Ein Streifzug durch die
Einspritztechnik
Teil 1: mechanische
Bosch-Pumpen

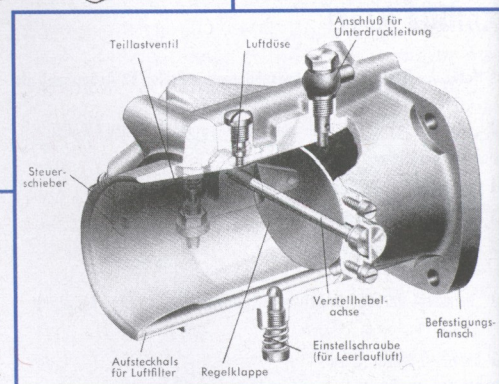
Einspritzanlagen sind heute Standard im Automobilbau und verdrängen den guten alten Vergaser mittlerweile sogar bei den Zweirädern. Noch bis weit in die achtziger Jahre galten Einspritzer als technische Besonderheit exklusiver Automobile. Nach einem Streifzug durch die Entwicklung wenden wir uns Wartung und Fehlersuche zu.

Tatsächlich ist der Wunsch der Motorkonstrukteure, Treibstoff mehr oder weniger direkt in den Brennraum zu spritzen, fast so alt wie der Verbrennungsmotor selbst. Schon 1791 ließ sich der Engländer John Barbers eine Wassereinspritzung für einen Gasmotor patentieren. Wofür und mit welchem Erfolg dieser Motor eingesetzt wurde, ist heute nicht mehr bekannt. Fast hundert Jahre später, 1884, stellte der Konstrukteur der Halleschen Maschinenfabrik, Johannes Spiel, einen Stationärmotor vor. Eine Stempelpumpe drückte über ein Ventil Benzin vor das Einlassventil – damit wurde dieses Triebwerk zum Urahn der erst sehr viel später in Großserie gebauten Saugrohr-Einspritzung!



Das Zusammenspiel von Membranblock (links) und Klappenstutzen (unten) sorgt für die richtige Mischung von Luft und Kraftstoff beim Gutbrod Superior 700 und Goliath GP 700 E. Das große Bild zeigt die Sechstempelpumpe des Mercedes 300 SL

Auch Wilhelm Maybach experimentierte zu dieser Zeit mit einer „Zerstäuberpumpe“. Allerdings wandte er sich dann doch der Vergasertechnologie zu und stellte 1883 seinen Spritzdüsenvergaser vor. Der verdrängte die bis dahin üblichen Oberflächenvergaser sehr schnell und wurde für die nächsten dreißig Jahre zum Maß der Dinge beim Benzinmotor. Die Bosch-Konstrukteure widmeten sich mit voller Kraft der Zündkerzenentwicklung und dem Bau von Magnet- und Batterie-Zündanla-



gen, erprobten aber trotzdem im Jahr 1912 einen Benzinmotor, bei dem eine umgerüstete Schmierölpumpe (Bosch-Öler) den Treibstoff einspritzte. Bis etwa 1920 beschäftigten sich

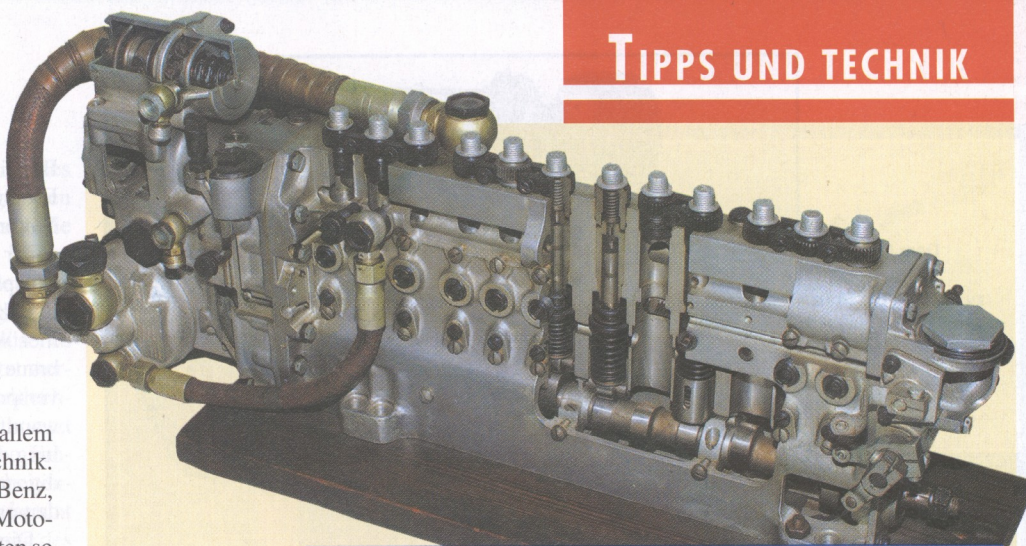
die Techniker sporadisch damit, ein durchschlagender Erfolg blieb allerdings aus. Erst 1930 stellte Moto Guzzi ein Rennmotorrad vor, dessen Kompressor-Triebwerk mit einer elektrisch gesteuerten Einspritzung ausgerüstet war und das sehr gut gelaufen sein soll. Aber auch diese Maschine blieb ein Einzelstück.

In den Folgejahren widmete sich vor allem die Rüstungsindustrie der Einspritztechnik. Flugmotoren-Hersteller wie Daimler-Benz, BMW, Junkers und die Brandenburger Motorenwerke taten sich zusammen und erfüllten so die Forderung des Reichsluftfahrtministeriums, künftig nur noch die Leistung steigernde Benzineinspritzung zu verwenden. Vor allem die Gemischanpassung an große Flughöhen ließ sich damit leichter realisieren. In Zusammenarbeit mit dem jungen Daimler-Benz-Ingenieur Dr. Hans Scherenberg baute Bosch damals eine Zwölf-Elemente-Einspritzpumpe, die unter anderem im Jagdflugzeug Messerschmitt Me 109 verwendet wurde. Die Flugzeuge der Alliierten hatten noch Vergaser, später wurden sie teilweise durch Einspritzvergaser aufgerüstet.

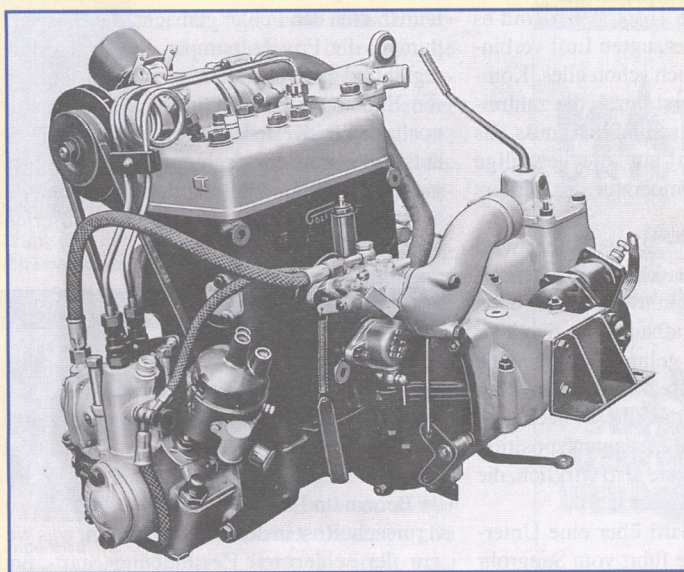
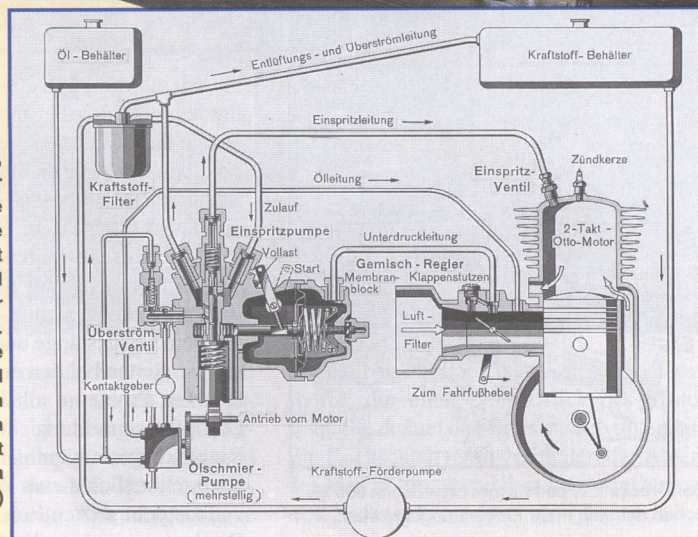
Die ILO-Motorenwerke in Pinneberg waren es, die 1949 als erste einen Zweitaktmotor mit Benzineinspritzung anboten. Besonders effektiv arbeitete der Stationärmotor allerdings nicht und nur wenige Exemplare ließen sich absetzen. Noch immer galt der inzwischen perfekt ausgereifte und wirtschaftlich zu produzierende Vergaser als der Weisheit letzter Schluss.

Zuerst im Kleinwagen

Wer nun glaubt, eine der großen Marken wie Mercedes-Benz, Opel oder Ford hätte im Jahr 1951 dann endlich den ersten Serienwagen mit Benzin-Einspritzung auf den Markt gebracht, irrt gewaltig! Der schwäbische Hersteller Gutbrod war die Nummer eins in diesem Wettlauf – und das auch noch mit einem Zweitakter! Flugmotorenspezialist Dr. Hans Scherenberg, inzwischen Entwicklungsleiter bei Gutbrod, konstruierte die Anlage wiederum in Zusammenarbeit mit Bosch für den nur 600 Kubikzentimeter großen Zweitakt-Zweizylindermotor des Gutbrod Superior. Obwohl die Pumpe um ganze zehn Elemente kürzer war, konnte sie ihre technische Herkunft aus der Me 109 nicht verleugnen. Im April 1951 stand der Superior auf der IAA in Frankfurt neben dem Goliath-Coupé aus dem Hause Borgward – das ihm die Schau stahl! Denn auch der Goliath hatte die neue Benzineinspritzung. Noch heute streiten die Fans der beiden Marken darüber, welcher Wagen die Nase vorn hatte. Da Bosch die neue Technologie aber lediglich an Borgward verkauft hatte, um der Neuentwicklung größere Stückzahlen zu sichern, gebührt die Ehre der Pioniertat eindeutig dem Gutbrod-Ingenieur Dr. Hans Scherenberg und seinen Mitstreitern bei Bosch.



Ein Sprichwort sagt, der Krieg sei der Vater aller Dinge. Die Zwölfstempelpumpe der Me 109 (oben) ist auf jeden Fall die Mutter aller Einspritzanlagen. Die viel kleinere Pumpe des Gutbrod Superior ist in ihren Grundzügen genauso aufgebaut (Funktionsschema rechts)



Die unglückliche Verbindung von Einspritzpumpe, Verteiler, Benzinpumpe, Unterdruckregler und Ölpumpe zu einer Baugruppe machte die Einspritzer von Gutbrod und Goliath unnötig teuer

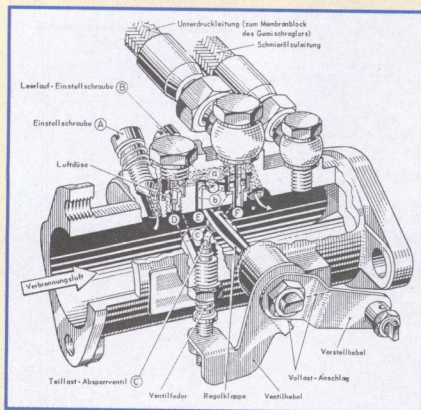
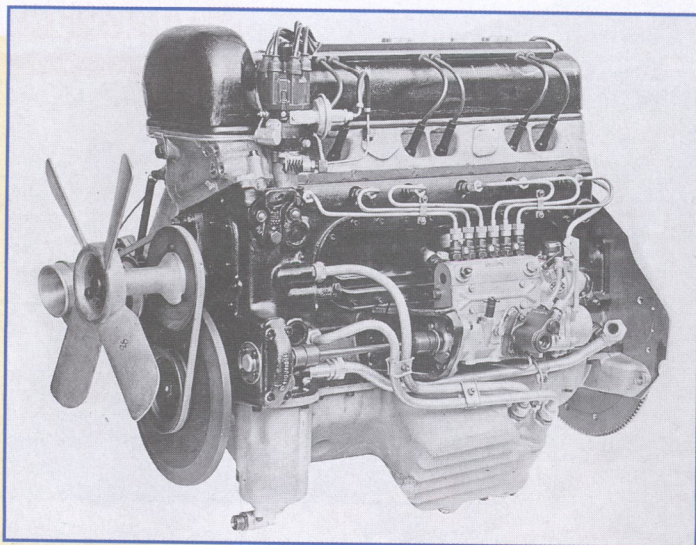
Während es bei der Einspritzung im Luftfahrtbereich in erster Linie um Leistungssteigerung gegangen war, standen beim Zweitakter ganz andere Dinge im Vordergrund. Die Direkteinspritzung sollte in erster Linie die konstruktionsbedingten Spülverluste deutlich reduzieren. Bei beiden Herstellern dauerte es nach der IAA-Präsentation noch anderthalb Jahre, bis die ersten Serienfahrzeuge ausgeliefert wurden. Bei Goliath war es die Limousine GP 700 E, bei Gutbrod der Superior 700. Gutbrod beendete schon 1953 die Automobilproduktion, Goliath sorgte dagegen in die-

sem Jahr mit einigen Rekorden für Aufsehen und platzierte mit dem Express den damals einzigen Transporter mit Ottomotor und Benzineinspritzung.

So funktioniert's

Die Grundkonstruktion der mechanischen Benzineinspritzung ist eigentlich simpel: Abgestimmt auf den Ansaugtakt jedes Zylinders drückt die Einspritzpumpe je nach Stellung des Gaspedals eine unterschiedlich große Menge Kraftstoff ins Saugrohr. Dabei zerstäubt eine

Dem Mercedes 300 SL gebührt zumindest die Ehre, das erste Serienauto mit einem **Viertakt-Einspritzer** gewesen zu sein. Hier sehr schön zu sehen: Die **Einspritzdüsen** münden direkt in den Motorblock



Der Drosselklappenstutzen bietet beim 300 SL schon deutlich mehr Einstellmöglichkeiten

Düse das Benzin in feine Tröpfchen, damit es sich leichter mit der angesaugten Luft verbinden kann. Das ist eigentlich schon alles. Kompliziert wird die Sache erst durch die zahlreichen Regelfunktionen – schließlich muss das Kraftstoff-Luft-Gemisch auf die jeweilige Lastsituation und die Temperatur des Motors angepasst werden.

Der Einspritzdruck von 40 bis 50 bar wird im Innern der Pumpe von kleinen Kolben erzeugt, die von einer Nockenwelle nach oben gedrückt werden. Der Kraftstoff, der sich über den Kolben befindet, gelangt durch eine Leitung zur Einspritzdüse. Eine Feder über dem Kolben sorgt dafür, dass dieser nach dem Pumpvorgang in seine Ausgangsposition zurückkehrt – hier gibt es sie also wirklich, die legendäre Kolbenrückholfeder.

Die Einspritzmenge wird über eine Unterdruckleitung geregelt. Sie führt vom Saugrohr zum so genannten Membranblock, der direkt an der Pumpe angeflanscht ist. Während sich

die Membran durch die wechselnden Unterdruckverhältnisse bewegt, überträgt eine Zahnstange diese Bewegung und verdreht die Steuerkolben der Pumpenelemente. Deren schräge Steuerkante lässt dann mehr oder weniger Kraftstoff nachlaufen. Beim Starten und bei Vollast wird die Funktion der Membran zur Gemischanreicherung jedoch von einem zusätzlichen Mechanismus beeinflusst, der direkt mit dem Gasgestänge und dem Choke verbunden ist. Schon bei den ersten Versuchsanlagen tauchten Probleme mit Lufteinschlüssen und Dampfblasenbildung auf. Eine Kraftstoff-Ringleitung mit ständigem Rücklauf zum Tank löste schließlich dieses Problem.

Trotzdem setzten sich die beiden Zweitakt-Direkteinspritzer nicht durch. Die Konstrukteure hatten den Fehler gemacht, die Einspritzpumpe, die Frischölpumpe, den Unterdruckregler und die Benzinpumpe zu einer sehr teuren Einheit zusammenzufassen, an die auch noch der Zündverteiler angeflanscht wurde. So entstand ein mechanisch aufwendiges Aggregat, das in der Herstellung deutlich teurer war als eine vergleichbare Lösung mit Großserienteilen und Vergaser.

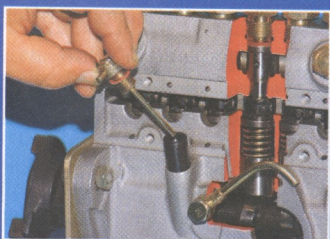
Stand-Probleme

Trotz ihres komplexen Aufbaus erwiesen sich die Anlagen als sehr betriebssicher und verschleißarm. Noch heute gibt es Fahrzeuge, die damit problemlos laufen. Auf zwei Dinge reagierte sie jedoch sehr empfindlich: Wasser im Benzin und lange Standzeiten. Das Wasser verursacht Rost in den Einspritzdüsen, was wegen der schlechten Zerstäubung Start- und Leistungsprobleme nach sich zieht. Fachleute empfehlen deshalb einen Wasser bindenden

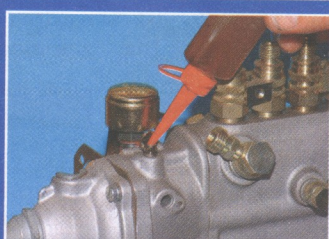
Benzinzusatz, der dafür sorgt, dass die Feuchtigkeit mit dem Kraftstoff durch den Motor wandert. Bei längeren Standzeiten ist sogar das völlige Entleeren von Tank und Einspritzanlage ratsam. Genau diese langen Standzeiten sorgen jedoch für das zweite immer wieder auftretende Problem: Die Membran des Unterdruckreglers aus Ziegenleder versprödet und arbeitet dann nicht mehr einwandfrei. Profis raten daher zu einer Behandlung der Membran mit Öl, um sie geschmeidig zu halten. Allerdings muss dazu der Regler demontiert werden.

Die Pumpe selbst ist in Eigenregie kaum zu überholen. Der Nürnberger Bosch-Dienst *Koller & Schwemmer* hat die gesamte Abteilung der mechanischen Einspritzpumpenfertigung und -überholung im Jahr 1989 von Bosch in Feuerbach übernommen. Alle Neu- und Ersatzteile, alle Werkzeuge, Messgeräte und Prüfstände zogen damals nach Nürnberg um. Dort landen heute fast alle Pumpen, die bei einem Bosch-Dienst zur Reparatur abgegeben werden. Hermann Sattelberger leitet diese Abteilung und kennt sich mit den mechanischen Benzin-Einspritzanlagen bestens aus. „Die Goliath- beziehungsweise Gutbrod-Pumpe zeichnet sich wirklich durch hohe Laufleistung aus“, lobt er die erste Großserienpumpe von Bosch. „Wichtig ist allerdings, dass der Kraftstoff absolut sauber ist. Die Passgenauigkeit der Pumpenelemente ist so hoch, dass bereits kleinste Fremdpartikel zum Blockieren führen können. Den Benzinfilter also lieber einmal zu oft tauschen! Lediglich den Membranblock kann der Hobbyschrauber selbst überprüfen. Dies geschieht durch den Anschluss einer Handsaugpumpe mit Manometer an die Unterdruckleitung. Die Regelstange muss sich bewegen und der Unterdruck ein paar Minuten konstant bleiben. Fällt er schnell ab, ist die Membran undicht und muss ersetzt werden. Bewegt sich die Regelstange nicht, hat entweder die Membran einen langen Riss oder die Pumpe muss überholt werden, weil der Kolben fest sitzt.“

Die Grundeinstellung der Anlage erfolgt am Klappenstutzen über die Leerlauf- und die Drosselklappen-Einstellschraube. Zunächst die Leerlaufschraube ganz öffnen und die Drosselklappenschraube so weit verstellen, dass der Motor rund läuft. Dann die Leerlaufschraube so weit eindrehen, bis die gewünschten 600 bis 800 Umdrehungen erreicht sind. Allerdings hat der Stutzen noch ein wei-



Wichtig: Ein kleiner Peilstab gibt Auskunft über den Ölstand



Öl hält die Ledermembran der Unterdruckeinheit geschmeidig



Der Kaltstarthebel (Pfeil) sorgt für eine Anreicherung des Gemischs



Oben die Unterdruckmembran, unten die Höhendose: doppel regelt besser

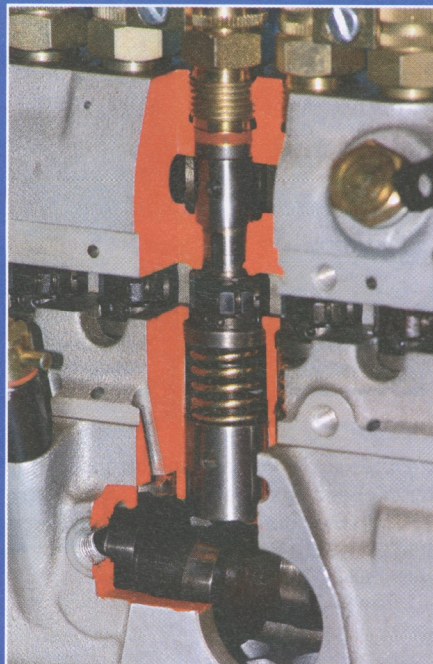
teres Bauelement, das Teillastventil. Dieses wird durch den Gashebel geöffnet und gibt den Weg für Nebenluft frei, deren Menge durch die Luftdüse festgelegt wird. Wenn der Motor nicht zügig hochdreht, ist folgendermaßen vorzugehen: Dreht der Motor mit leicht gezogenem Choke besser hoch, ist die Luftdüse zu klein und muss durch eine größere ersetzt werden. Wird die Beschleunigung jedoch schlechter, muss die Düse durch eine kleinere ersetzt werden. „Grundvoraussetzung für diese Einstellung sind jedoch eine einwandfrei arbeitende Zündanlage und intakte Kerzen“, betont Hermann Sattelberger. „Wenn die Prüfung des Membranblocks auf Dichtheit keinen Fehler offenbart und die Einstellung nicht oder nur schlecht möglich ist, können alle weiteren Tests nur auf einem Prüfstand erfolgen. Ersatzteile für die Pumpe sind übrigens noch ausreichend vorhanden“.

300 SL

Im legendären Flügeltürer findet sich die zweite Benzin-Einspritzung aus dem Hause Bosch für Serienautomobile. Im August 1954 begann der Verkaufsstart des Sportwagens, dessen Motor als Direkteinspritzer konzipiert war. Die intern als „R3“ bezeichnete Pumpe ist eine Weiterentwicklung, die auf den bisher gemachten Erfahrungen basiert. Im Vordergrund stand hier die Leistungs-

steigerung. Sechs Pumpenelemente stehen in einer Reihe. Sie werden von einer unten liegenden Nockenwelle betätigt, die beim Viertakter nun mit halber Motordrehzahl läuft. Ein eigener Ölvorrat sorgt für die Schmierung der Pumpe. „Genau darum sollte sich der Besitzer regelmäßig kümmern, der Ölstand ist leicht mit einem kleinen Peilstab zu messen. Dann noch ein paar Tropfen Motoröl ab und zu in den Schmierstutzen der Membrane träufeln und regelmäßig den Benzinfilter wechseln und vor allem den Wagen immer wieder bewegen, – das ist das allerbeste für eine hohe Laufleistung“, meint Hermann Sattelberger.

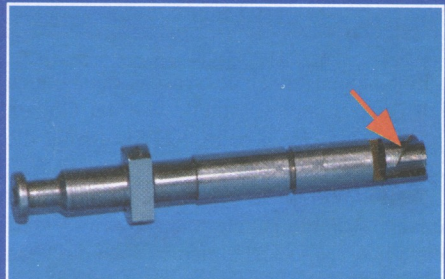
Die sechs Kolben der Einspritzpumpe sitzen drehbar in den Zylindern. Über die Zähne der jetzt deutlich längeren Regelstange werden sie je nach Lastzustand verdreht, genau wie bei Goliath und Gutbrod. Dadurch öffnet die schräge Regelkante des Kolbens je nach



Jedem Zylinder des Motors ist ein eigenes Pumpenelement zugeordnet



Nockenwelle, drehbarer Kolben, Regelstange, Zylinder, Druckventil und Leitungsanschluss (v.l.)



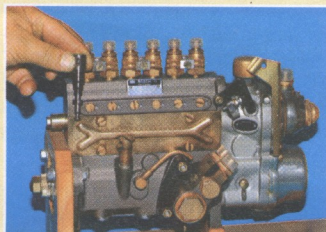
Durch die schräge Steuerkante beginnt der Spritzlauf je nach Stellung früher oder später

benötigter Benzinmenge früher oder später. Das System ist dasselbe und auch der Konstrukteur. Dr. Hans Scherenberg war mittlerweile zu Mercedes-Benz zurückgekehrt und hatte seine Ideen für den 300 SL weiter entwickelt.

Die Regelstange selbst wird zum einen von der Membran der Unterdruckeinheit bewegt, die wieder aus Ziegenleder besteht. Allerdings sitzt bei der R3-Pumpe darunter die so genannte „Höhendose“, die ebenfalls auf den Regelmechanismus wirkt. Sie misst den Luftdruck und passt daraufhin die Einspritzmenge an den unterschiedlichen Sauerstoffgehalt der Luft an. Damit gehörte die Überfettung der Motoren im Hochgebirge der Vergangenheit an.

Ein spezielles Problem spricht der Profi von Koller & Schwemmer noch an: „Da eine Ölleitung direkt vom Motor an die Pumpe geht, vernachlässigen viele Besitzer die Kontrolle des Pumpenölstands. Oft denken sie, da sei etwas nachgerüstet worden und das System werde seitdem mit Öl aus dem Motorkreislauf versorgt. Das ist falsch! Die vermeintliche Öl-Versorgungsleitung gehört zur Leckölsperre. Sie verhindert, dass Kraftstoff an

den Pumpenkolben entlang in den Antrieb eindringt und dort das Öl verdünnt. Eine eigens



Nur die spätere Ausführung (R8) der 300-SL-Pumpe lässt sich überholen



Der Hub der Benzinpumpe wird durch Distanzscheiben festgelegt



Hier lagert ein kleines Vermögen: Neuwertige Pumpen für den 300 SL

am Kolben angebrachte Nut bildet diese Ölsperre, die unter dem Druck des Motoröls steht. Sie dichtet den Kolben nach unten hin ab. Ein Rückschlagventil verhindert das Absinken des Motoröldrucks an den Nuten bei abgestelltem Triebwerk.“

OLDIES FAHREN GUT MIT:

MATHY®
UNIVERSAL
DAS HOCHLEISTUNGS-ADDITIV

Reinigt gründlich
Weniger Verschleiß
Gibt Korrosion keine Chance
Unübertroffene Schmierkraft

**NEUE MOTOREN
BLEIBEN JUNG
ÄLTERE MOTOREN
WERDEN JÜNGER!**

tuv Kraftstoffverträglichkeitsprüfung im Kolbenflansch R180/1268/EWG **tuv**
- Fertigung Überwacht -
Registrier-Nr. 07-220-0046

MVG Infoline:
(01805) 88 33 11
EUR 0,12/Min.

Achtung: Fordern Sie unser Demo-Video an!

MVG Mathé-Schmierstofftechnik GmbH
Abt. OP • Postfach 13 61 • 29603 Soltau
Tel.: (05191) 160 04 • Fax: (05191) 181 55
eMail: mvg@mathy.de • www.mathy.de

MATHY- UNIVERSAL
HIGH TECH FÜR JEDES ÖL



Ein intakter Benzinfilter ist für mechanische Einspritzanlagen besonders wichtig



Nur noch selten aufzutreiben: Wartungshefte und technische Informationen von Bosch

Im Klappenstutzen des Ansaugtrakts finden sich ganz ähnliche Bauteile wie bei Goliath und Gutbrod. Auch beim 300 SL erfolgt die Einstellung des Systems über verschiedene Luftdüsen im Stutzen. Dafür gibt es eine sehr genaue Anleitung. Hermann Sattelberger: „Viele Fahrzeugbesitzer meinen aber, direkt an der Pumpe schrauben zu müssen, wenn beispielsweise Leistungsmangel oder schlechtes Startverhalten auftritt. Außer der Grundeinstellung und der Überprüfung der Unterdruckeinheit empfehle ich aber, von allen anderen Dingen die Finger zu lassen. Ohnehin sind die entsprechenden Gehäusedeckel verplombt und viele Schrauben mit Sicherungslack versehen. Es bringt zum Beispiel gar nichts, die Einspritzmenge der Pumpe an der Regelstange dauerhaft fetter zu stellen, wenn das Problem an der Regeleinheit zu suchen ist. Die Überfettung mag das Triebwerk zwar besser laufen lassen, die Folge ist aber eine Ölverdünnung bis hin zum kapitalen Motorschaden!“

Direkt an die Pumpe flanschten die Techniker die Benzinförderpumpe an. Deren korrekter Hub wird durch dünne Distanzbleche an der Dichtfläche eingestellt. Nachfolger war die Einspritzpumpe mit der internen Bezeichnung „R8“. Laut Vorgaben von Bosch und Mercedes-Benz kann nur sie überholt werden. Zu erkennen ist sie an sechs Schrauben unterhalb der Einspritzleitungen auf der linken Seite. Diese ermöglichen einen Austausch der Pumpenelemente, die einen zusätzlichen O-Ring tragen. „Bei der Anlage Typ R3 ist die Abdichtung nicht gewährleistet! Wir bauen daher jede R3-Pumpe auf das neue Gehäuse des

Typs R8 um. Gehäuse sind ausreichend vorhanden“, so Hermann Sattelberger. Wer also eine „überholte“ R3-Pumpe im alten Gehäuse anbietet, nimmt es mit der Wahrheit nicht ganz genau.

Abgewandelte Pumpen des 300 SL wurden sowohl im Motorsport als auch bei anderen Fahrzeugen des Hauses Daimler Benz verbaut. So bekam der 300er „Adenauer“ zusätzlich eine Warmlaufeinheit und einen Startmagneten, der während des Anlassens für die Gemischanreicherung sorgte. Hier wurde der Treibstoff nicht mehr direkt in den Brennraum, sondern ins Saugrohr vor die Einlassventile gespritzt, was für einen deutlich ruhigeren Motorlauf sorgte, aber natürlich weniger Leistung als beim supersportlichen 300 SL brachte.

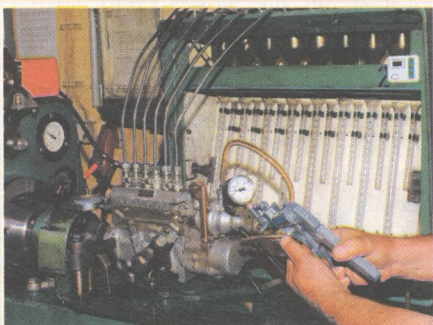
Gruppenarbeit

Schon 1958 gab es mit der Zweitempelpumpe (220 SE-Pontoon) eine völlig andere Konstruktion. Jeweils drei Zylinder sind hier zu einer Einspritzgruppe zusammengefasst und erhalten ihre Spritration zeitgleich ins Saugrohr. Die Pumpe ist (etwas) kleiner und preiswerter herzustellen.

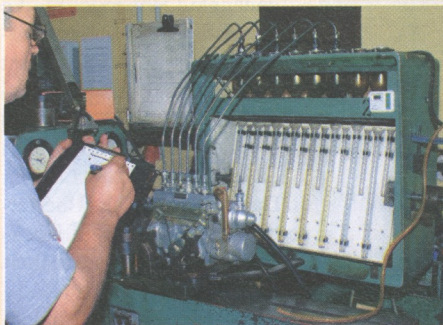
Die Gemischregelung wirkt hier nicht mehr per Unterdruckeinheit auf die Regelstange, sondern mechanisch über eine Kurvenscheibe und einen Kulissenhebel. Die dreh-



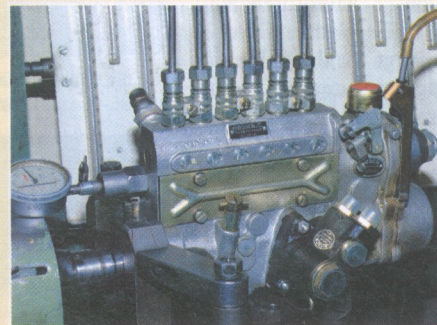
Die „Adenauer“-Pumpe stammt vom 300 SL ab, hat aber zusätzlich eine Warmlaufeinheit



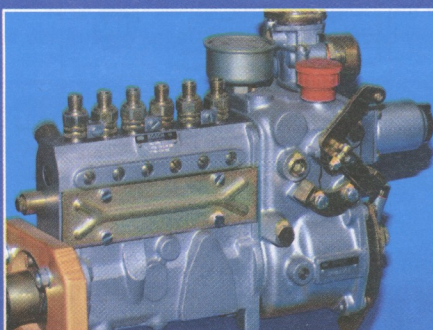
Auf dem Pumpenprüfstand wird zuerst die Unterdruckeinheit auf Dichtheit geprüft



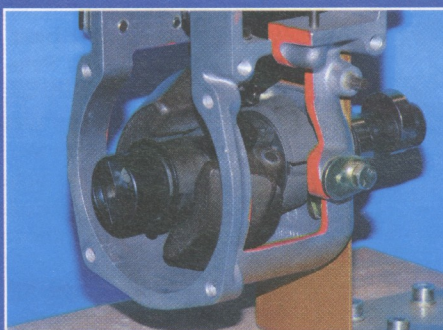
Jedes Pumpenelement muss eine bestimmte Menge Kraftstoff in das Teströhrchen spritzen



Ob die Regelstange den richtigen Weg zurücklegt, ermittelt eine Messuhr



Neue Generation: Die Pumpe des Pagoden-SL wurde völlig anders geregelt



Raumnocken und Fliehkraftregler steuern gemeinsam die Einspritzmenge



Die eingefräste Nockenbahn ermöglicht eine zweidimensionale Regelung

Tipps zur Fehlersuche

Natürlich ist es nicht sinnvoll, die Einspritzpumpe bei jeder kleinen Störung des Motorlaufs gleich zur Generalüberholung auf den Prüfstand zu schicken. Auch Profis checken viele Funktionen direkt am Auto.

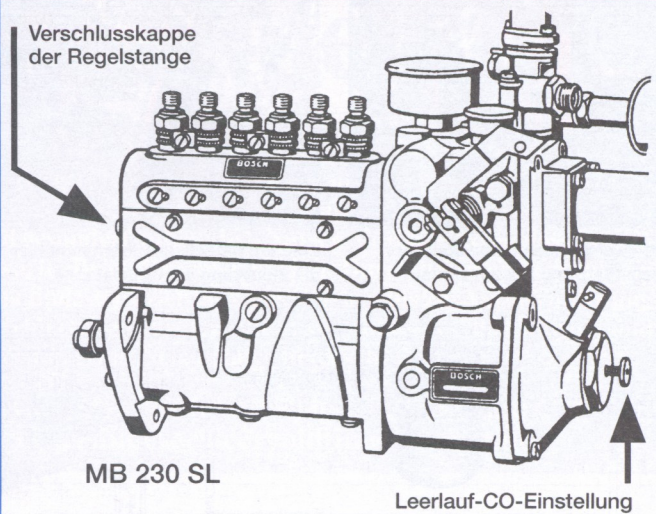
Die wichtigste Regel lautet: Immer zunächst die sichere Funktion aller anderen Bauteile überprüfen. Dies gilt für die Dichtheit aller Saugrohre und Unterdruckleitungen ebenso wie für die Zündanlage. Stimmt der Zündzeitpunkt? Arbeiten die Verstellvorrichtungen des Zündverteilers richtig? Ob die Verteilerwelle ausgeschlagen ist, lässt sich letztendlich nur durch ein Zündoszilloskop in der Fachwerkstatt feststellen. Schließlich sollten auch Ventilspiel und Kompression geprüft werden.

Nur wenn sich hier keine Fehler ergeben haben und der Motorlauf immer noch nicht zufriedenstellend ist, sollten Sie einen Defekt der Einspritzanlage in Erwägung ziehen. Alle Anlagen ab der Zweielementpumpe haben eine elektrische Benzinförderpumpe am Tank. Sie kann die erste Fehlerquelle sein. Beim Einschalten der Zündung muss sie für etwa fünf Sekunden laufen, bis ein Druck zwischen 0,8 und 1,3 bar aufgebaut ist. Dieses Laufen der Pumpe ist deutlich zu hören. Passiert nichts, prüfen Sie bitte, ob Strom anliegt. Oft sind die Anschlüsse korrodiert. Der Fehler kann auch am Steuerrelais im Motorraum liegen. Erhält die Pumpe Strom und reagiert nicht, hilft nur austauschen. Der Förderdruck lässt sich mit einem benzinfesten Manometer feststellen, das in die Leitung eingesetzt wird. An der Einspritzpumpe selbst ist unter „Garagenbedingungen“ nur die Gängigkeit der Regelstange zu prüfen. Dazu die antriebsseitige Verschlusskappe entfernen und bei laufendem Motor mehrmals Gas geben. Die Bewegungen der Regelstange müssen deutlich zu sehen sein. Wenn nicht, sitzt sie fest. Dieser typische Stand-schaden ist nur im Fachbetrieb instand zu setzen.

Sowohl bei den Zwei- als auch bei den Sechselementpumpen sitzt die Einstellschraube für die

Leerlauf-CO-Einstellung ganz hinten, etwa in einer Linie mit der Pumpennockenwelle, und ist von einer großen Mutter umgeben. Die Schraube muss zum Verstellen etwas eingedrückt werden. Sollte der gewünschte CO-Gehalt nicht einstellbar sein (liegt oft zu hoch), lässt das auf un-kundige Einstellversuche eines Vorbesitzers schließen. Oft wurde dann die untere und obere CO-Teillasteinstellung verdreht. Dies lässt sich jedoch nur auf einem Prüfstand oder mit einem Batterie betriebenen CO-Tester während der Fahrt kontrollieren. Dabei müssen verschiedene Drehzahlen über einen längeren Zeitraum beibehalten werden – was am besten auf einem Rollenprüfstand geht.

Sollte ein einzelner Zylinder nicht mitlaufen, kann entweder das entsprechende Pumpenelement oder die Einspritzdüse defekt sein. Die Düsen sollten normalerweise mit einem speziellen Prüfgerät (hat jeder Bosch-Dienst und jede Mercedes-Benz-Werkstatt) getestet werden. Um zu sehen, ob überhaupt Benzin eingespritzt wird, können sie aber auch aus dem Motor geschraubt und bei Anlasserdrehzahl getestet werden. Die Fördermenge bei Starterdrehzahl ist zwar nicht sehr groß, trotzdem müsste der Sprühnebel deutlich zu sehen sein. Ist eine Düse ausgefallen, tauschen Sie sie bei der Sechselementpumpe einfach gegen eine andere aus. Wenn jetzt ein Sprühnebel zu sehen ist, ist die Düse selbst defekt und muss erneuert werden. Bleibt der Sprit jedoch aus, fördert das Pumpenelement nicht. Es bleibt dann nur die Reparatur. Bei der Zweielementpumpe entfällt das Ummontieren, es sitzen ja immer drei Düsen an einem Mengenteiler. Arbeiten die beiden anderen, können Sie sicher von einem Defekt der nicht einspritzenden Düse ausgehen. Dementsprechend lässt ein Ausfall



aller drei Düsen an einem Mengenteiler auf einen Defekt an der Einspritzpumpe schließen.

Bei schlechtem Anspringen kann der Startmagnet der Anlage defekt sein. Um ihn zu prüfen, gibt es einen Trick: Nach dem Ausbau Strom anlegen und gleichzeitig die Schubstange des Bauteils etwas eindrücken. Nur wenn sie leicht belastet ist, reagiert das Bauteil und die Stange rückt aus. Die Funktion des darunter liegenden Stoppmagneten (Schubabschaltung) lässt sich ähnlich prüfen. Wenn er ausfällt, macht sich das höchstens durch etwas erhöhten Spritverbrauch bemerkbar.

Sie sehen, die Überprüfung des Einspritzsystems erfordert doch einiges Geschick und überlegtes Vorgehen. Durch systematische Fehlersuche können Sie aber doch mitunter teure Werkstattkosten vermeiden. Außerdem wird die Zahl der Fachleute, die sich mit dieser Einspritzer-Generation auskennen, auch in den Werkstätten leider immer kleiner. Im Zweifelsfall können Sie sich aber bei der kostenpflichtigen Hotline von Koller & Schwemmer (Telefon: 0190/898930) beraten lassen, wie Sie bei der Fehlersuche vorgehen sollten. Schildern Sie genau das Problem und nennen Sie Typ und Baujahr Ihres Fahrzeugs (Fahrzeugschein bereit halten). Hilfreich können auch Angaben über frühere Reparaturen sein.

zahlabhängige Fördermengenverstellung übernimmt ein unten angebrachter Fliehkraftregler. Zusätzlich steuert ein aufgesetztes Korrekturgerät die Warmlaufphase. Letzteres arbeitete allerdings nicht immer ganz unproblematisch und entfiel später völlig. Auch bei dieser Pumpenart gilt: Ölstand prüfen und Benzinfilterwechsel nicht vergessen! Alle anderen Probleme lassen sich nur auf dem Prüfstand lösen. Später wurde die Zweistempelpumpe auch im 220 SEb und im 300 SE verbaut.

Rückkehr zur Reihenpumpe

Der nächste große Entwicklungsschritt erschien mit der Pumpe „R11“ des 230 SL (Pagode). Damit kehrte Bosch wieder zum alten Prinzip zurück, bei dem jeder Zylinder über ein eigenes Pumpenelement versorgt wurde. Die Steuerung der Regelstange erfolgt durch den so genannten „Raumnocken“, der in zwei

Regelebenen arbeitet. Das ist eine daumen-dicke Scheibe, in deren Außenfläche eine Nockenbahn eingefräst wurde. Das Gasgestänge verdreht die Scheibe, ein Fliehkraftregler verschiebt sie axial. So ergibt sich einerseits eine drehzahl-, andererseits eine lastabhängige Gemischdosierung. Ein Kühlwasserthermostat

und eine Höhendose sorgen für weitere Korrekturen im Interesse eines optimalen Motorlaufs. Mit dieser Pumpe erschienen neue Einspritzdüsen, die nicht mehr zerlegbar waren. Im Schadensfall blieb nur der Austausch.

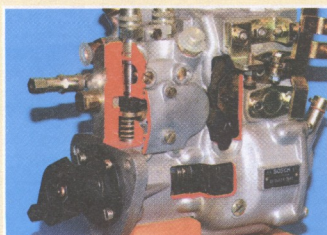
Nach diesem Grundprinzip arbeiteten alle weiteren mechanischen Bosch-Einspritzungen bis zu ihrer Ablösung durch elektronisch gesteuerte Systeme. Als Achtstempelpumpe fanden sie sogar noch Verwendung beim legendären 6,3-Liter-Motor des Mercedes 600. Die letzte Generation erhielt zunächst nur für den amerikanischen Markt eine Abgasoptimierung und ist an den roten Typenschildern zu erkennen. Die 3,5-Liter-V8-Modelle von Mercedes läuteten dann die Wachablösung ein. Mit der D-Jetronic begann das Zeitalter der unnahbaren Blackbox. Die Elektronikfraktion, die bei Bosch schon seit Jahren darauf drängte, die alten Zöpfe abzuschneiden, hatte ihre Chance bekommen...

Die Adresse

**Koller & Schwemmer
GmbH + Co.**

Hermann Sattelberger
Röthensteig 21
90408 Nürnberg

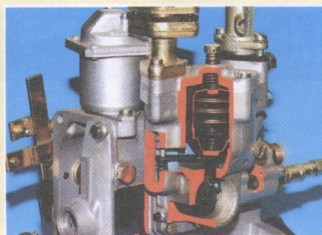
Durchwahl: 0911-3610325
Fax: 0911-361038725
www.koller.de



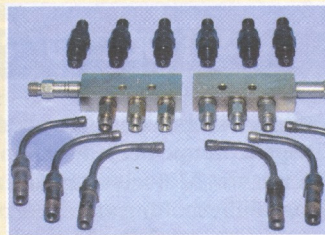
Die Zweitempelpumpe sollte vor allem Platz und Kosten sparen



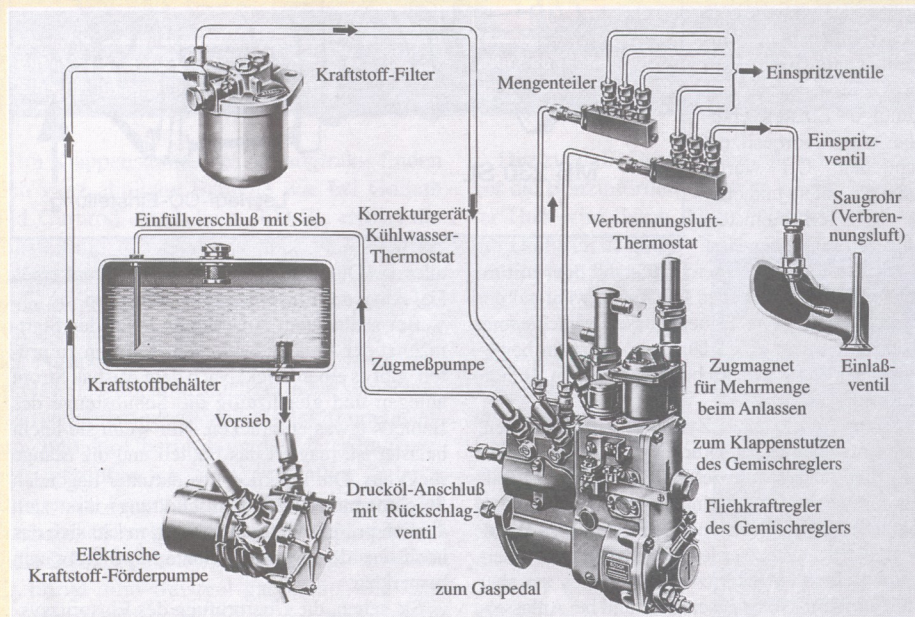
Eine Kurvenscheibe übernimmt hier die Steuerung der Regelstange



Luftdruck und Wassertemperatur fließen in die Regelung mit ein

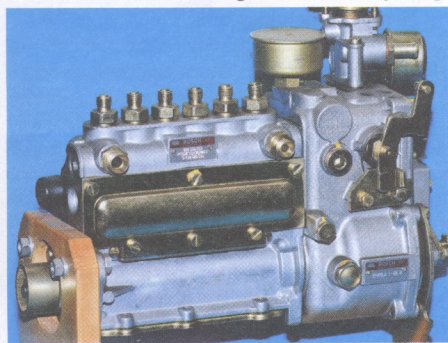


Jeweils drei Zylinder werden hier von einem Pumpenelement versorgt



So funktioniert die Anlage mit Zweitempelpumpe. Der Einspritzzeitpunkt ist hier nicht auf den Ansaugtakt des einzelnen Zylinders abgestimmt. Je drei Düsen arbeiten gleichzeitig

de mechanische Einspritzpumpe zu reparieren. Was es tatsächlich nicht mehr gibt, wird nachgefertigt. Um den Kunden jedoch schnell helfen zu können, sind fast alle Systeme als Austauschpumpe auf Lager. Sie sind nach den alten Bosch-Richtlinien überholt, auf dem Prüfstand gelaufen (mit Prüfprotokoll), verplombt und versiegelt. Selbstverständlich gewähren die Nürnberger eine einjährige

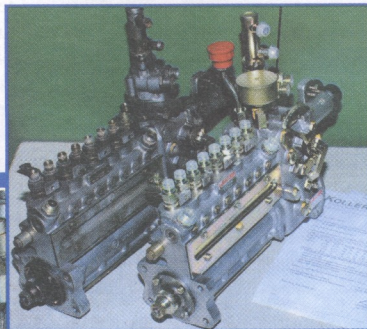


Erkennbar am roten Typenschild: eine „im Abgas optimierte“ Sechsstempelpumpe

Alles wird gut

Heute wissen wir, dass die Probleme mit der D-Jetronic keineswegs endgültig aus der Welt geschafft waren. Für die mechanischen Systeme

me ist die Ersatzteilversorgung mittlerweile wieder sichergestellt. Die Fachleute bei Koller & Schwemmer sind in der Lage, praktisch je-



Preisfrage: die alte Pumpe reparieren oder gegen eine neue tauschen?

Garantie. Ob nun der Kunde seine Pumpe reparieren lässt oder ein Tauschteil nimmt, entscheidet er ganz allein. In jedem Fall wird seine Pumpe auf dem Teststand einer kompletten Eingangsprüfung unterzogen, anschließend zerlegt und ihm ein Messprotokoll mit Kostenvoranschlag übermittelt.

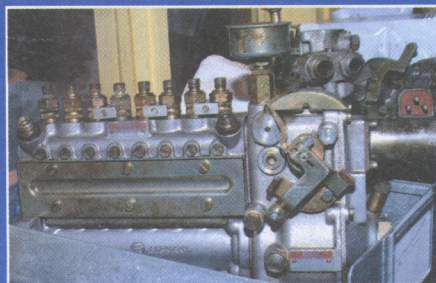
Ganz billig ist die Sache allerdings nicht. So kostet beispielsweise eine Austauschpumpe für den 300 SL bei Anlieferung einer R3-Pumpe rund 8400 Mark.

Mit 4800 Mark ist die Sache bei den Zweitempelpumpen etwas preiswerter. Nicht immer muss es aber ein Komplett-austausch sein. Oft genug liegt der Fehler an relativ preiswerten Kleinigkeiten. Und, darauf legt Hermann Sattelberger Wert, nicht selten ist die Einspritzpumpe gar nicht der Übeltäter, wenn der Motor nicht richtig läuft. Ein Prüfstandlauf sollte also auf jeden Fall der erste Schritt einer Reparatur sein. Im nächsten Heft lesen Sie alles über mechanische Einspritzanlagen anderer Hersteller wie Kugelfischer, Lucas und Spica. Die elektronischen Systeme kommen später dran.

Heinz Stahl



Die Zahl der Teile einer Mercedes-600-Pumpe zeigt, wie komplex sie aufgebaut ist



Mehrere Pumpen dieses Typs erreichen das Unternehmen täglich zur Überholung



Die Lager bei Koller & Schwemmer sind gut gefüllt. Jede Menge Pumpen warten im Regal